



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 100 60 498 A 1**

51 Int. Cl. 7:
B 60 T 7/12
B 60 T 8/00
B 60 T 13/66

21 Aktenzeichen: 100 60 498.6
22 Anmeldetag: 6. 12. 2000
43 Offenlegungstag: 11. 10. 2001

DE 100 60 498 A 1

66 Innere Priorität:

100 15 237. 6	27. 03. 2000
100 16 683. 0	04. 04. 2000
100 27 552. 4	02. 06. 2000

71 Anmelder:

Continental Teves AG & Co. oHG, 60488 Frankfurt,
DE

72 Erfinder:

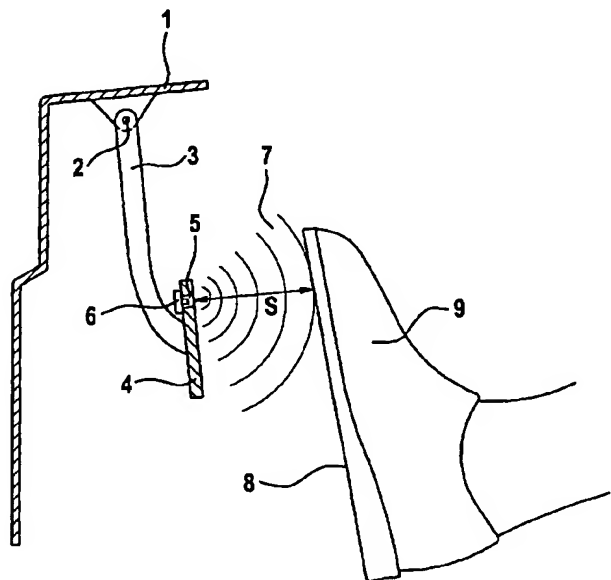
Bayer, Ronald, 63165 Mühlheim, DE; Rieth, Peter E.,
Dr., 65343 Eltville, DE; Eckert, Alfred, 55129 Mainz,
DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Rechercheantrag gem. Paragraph 43 Abs. 1 Satz PatG ist gestellt

54 Verfahren zum Erkennen einer Notbremssituation oder eines Verdachts einer Notbremssituation eines Fahrzeugs

57 Bei einem Verfahren zum Erkennen einer Notbremssituation oder eines Verdachts einer Notbremssituation eines Fahrzeugs, bei dem die Bewegung eines Fahrerfußes ausgewertet wird, ist dadurch gekennzeichnet, wird eine Rückwärtsbewegung des Fahrerfußes von einem Gaspedal des Fahrzeugs weg erfaßt und als ein Kriterium zum Erkennen einer Notbremssituation oder eines Verdachts einer Notbremssituation ausgewertet.



DE 100 60 498 A 1

[0001] Bei Bremssystemen für Fahrzeuge, insbesondere Bremssysteme für Personenkraftwagen, Busse und Lastkraftwagen, wird der Bremsvorgang durch die Betätigung einer Betätigungseinrichtung, in der Regel eines Bremspedals, mit dem Fahrerfuß ausgelöst. Für den Fall einer Notbremsung oder Vollbremsung, daß bedeutet, wenn der Fahrer das Fahrzeug mit maximaler Bremskraft verzögern möchte, sind fahrerunterstützende Bremsenrichtungen, sog. Bremsassistenten, bekannt. Dabei wird versucht, möglichst frühzeitig die Situation einer Notbremsung zu erfassen, um den maximalen Bremsdruck möglichst rasch aufzubauen und so lange zu halten, bis diese Situation nicht mehr erkannt wird.

[0002] Bei bekannten Bremsassistenten setzt die Situationsanalyse und Reaktion erst beim Bremsdruckaufbau oder bei der Bremspedalbewegung ein. Dadurch steht erst nach Beginn des Bremsdruckaufbaus durch den Fahrer ein Maß für den zu erwartenden Bremswunsch des Fahrers zur Verfügung.

[0003] Ferner sind Bremssysteme bekannt, bei denen aus dem Bewegungsverhalten des Fahrerbremsfußes vor der Betätigung der Bremse darauf geschlossen wird, wie kritisch die Fahrsituation ist. Bei einem System wird beispielsweise bei einer schnellen rückwärtigen Bewegung des Gaspedals, die mit einem ersten Sensor erfaßt wird, verbunden mit dem Lösen des Fahrerfußes vom Gaspedal, das mit einem zweiten Sensor erfaßt wird, und einem schnellen Wechsel des Fußes hin zum Bremspedal, das mit einem dritten Sensor erfaßt wird, eine gefährliche Verkehrssituation angenommen und es wird eine Vollbremsung vor Berührung des Bremspedals automatisch eingeleitet. Dies führt aber dazu, daß bei schnellen Fußreaktionen ohne konkreten Vollbremswunsch des Fahrers, wie es z. B. beim sportlichen Kurvenfahren mit schnellen Gaspedalreaktionen gegeben ist, eine unkomfortable Fahrzeugreaktion (Ruck) zu spüren ist. Dieses System unterstützt den Fahrer auch nicht hinreichend bei Fahrten mit einer automatischen Fahrzeuggeschwindigkeitsregelung (ACC, Adaptive Cruise Control).

[0004] Bei einem anderen System gemäß der DE 196 33 736 A1 soll eine Bremsanlage nach Maßgabe geeigneter Sensorsignale selbständig aktiviert werden, wobei der Bremsdruck in Abhängigkeit geeigneter Parameter, wie die Position oder Positionsänderung des Fahrerfußes im Bereich des Bremspedals und/oder die vom Fahrerfuß ausgeübte Kraft auf das Bremspedal und/oder eine durch ein vorausfahrendes Fahrzeug beschreibende Sicherheitsgröße, einstellbar ist. In diesem Fall setzt die Situationsanalyse frühestens bei einer Bewegung des Fahrerfußes im Bereich des Bremspedals ein.

[0005] Es ist die Aufgabe, die zuvor genannten Nachteile zu überwinden und ein Verfahren und eine Vorrichtung zu schaffen, welches/welche es ermöglicht, den Fahrerwunsch nach einer Vollbremsung relativ frühzeitig und relativ sicher zu erkennen.

[0006] Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß bei einem Verfahren zum Erkennen einer Notbremssituation oder eines Verdachts einer Notbremssituation eines Fahrzeugs, bei dem die Bewegung eines Fahrerfußes ausgewertet wird, eine Rückwärtsbewegung des Fahrerfußes von einem Fahrpedal oder Gaspedal weg erfaßt wird und als ein Kriterium zum Erkennen einer Notbremssituation oder eines Verdachts einer Notbremssituation ausgewertet wird. Diese Maßnahme ermöglicht ein frühzeitiges und sicheres Erkennen einer Notbremssituation. Denn es hat sich herausgestellt, daß auch im Falle einer durch den Fahrer eingeleiteten Notbremsung, eine deutliche Rückwärtsbewegung des Fahrerfußes

von dem Gaspedal weg erfolgt, bevor eine Umsetzen des Fahrerfußes in Richtung des Bremspedals stattfindet, und daß diese Rückwärtsbewegung abhängig ist von einer anschließenden Vollbremsung durch den Fahrer.

5 [0007] Erfindungsgemäß wird zusätzlich eine Vorwärtsbewegung des Fahrerfußes zu einem Bremspedal des Fahrzeugs hin erfaßt und als ein Kriterium zum Erkennen einer Notbremssituation oder eines Verdachts einer Notbremssituation ausgewertet.

10 [0008] Eine Rückwärtsbewegung oder Vorwärtsbewegung des Fahrerfußes bedeutet hier eine Bewegung relativ zur Fahrzeugbetätigungseinrichtung, die zumindest näherungsweise in Betätigungsrichtung der Fahrzeugbetätigungseinrichtung selbst liegt. Damit ist demnach nicht die
15 Umsetzbewegung des Fahrerfußes vom Gaspedal weg in Richtung des Bremspedals gemeint, sondern damit ist insbesondere eine Rückwärtsbewegung von einem Gaspedal des Fahrzeugs weg in Löserichtung des Gaspedals oder eine Vorwärtsbewegung zu einem Bremspedal des Fahrzeugs hin in Bremsbetätigungsrichtung des Bremspedals gemeint.

[0009] Zum Erfassen der Rückwärtsbewegung und/oder der Vorwärtsbewegung des Fahrerfußes wird erfindungsgemäß der Abstand zwischen Fahrerfuß und der Gaspedaloberfläche und/oder der Bremspedaloberfläche ermittelt.

25 [0010] Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, daß die Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung der Fahrerfußbewegung erfaßt und ausgewertet wird. So kann ein sehr frühzeitiges, aber dennoch relativ sicheres Erkennen einer Notbremssituation erfolgen.

30 [0011] Nach der Erfindung ist es vorgesehen, daß ein Verdacht einer Notbremssituation dann als erkannt gilt, wenn für die Rückwärtsbewegung des Fahrerfußes von dem Gaspedal weg eine Geschwindigkeit erfaßt wurde, die größer ist als ein vorgegebener Geschwindigkeits-Grenzwert und/oder
35 eine Beschleunigung erfaßt wurde, die größer ist als ein vorgegebener Beschleunigungs-Grenzwert.

[0012] Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, daß die Geschwindigkeit einer Änderung der Gaspedalstellung, das bedeutet eines Loslassens des Gaspedals (Gaspedallosegeschwindigkeit), oder davon abgeleiteter Größen, wie eine Gaspedalbeschleunigung, erfaßt wird und als ein zusätzliches Kriterium zum Erkennen einer Notbremssituation oder eines Verdachts einer Notbremssituation ausgewertet wird.

40 [0013] Es ist nach der Erfindung ebenso vorgesehen, daß das Verkehrsszenario um das Fahrzeug das bedeutet um das eigene Fahrzeug, herum, insbesondere vor dem Fahrzeug, erfaßt wird und als ein zusätzliches Kriterium zum Erkennen einer Notbremssituation oder eines Verdachts einer Notbremssituation ausgewertet wird. Das Verkehrsszenario
45 kann z. B. mit Radar-/Infrarot-/Kamerasensorik erfaßt werden. Danach wird eine Gefahren- oder Sicherheitsbewertung, insbesondere eine Ermittlung eines Gefahrenpotentials, durchgeführt und das Ergebnis in einer geeigneten, weiterführenden Logik weiterverarbeitet.

50 [0014] Nach dem Erkennen einer Notbremssituation oder eines Verdachts einer Notbremssituation werden nach der Erfindung Auslösekriterien für die Bremsassistent-Funktion, insbesondere für einen vorgegebenen Zeitraum, verändert. Vorzugsweise wird ein Zeitraum von 0,5 bis 1 sec. für die Änderung der Auslösekriterien vorgegeben. Die Bremsassistent-Auslösekriterien, insbesondere in Form von Auslöschwellen für einen Bremsassistent-Eintritt, werden dann in Richtung eines früheren Bremsassistent-Eingriffs verändert.

65 [0015] Es ist ebenso nach der Erfindung vorgesehen, nach dem Erkennen einer Notbremssituation oder eines Verdachts einer Notbremssituation das Bremssystem nur vorzuführen, was bedeutet, daß der Bremsdruck nur so weit erhöht

wird, daß die Bremsbeläge zwar an die Bremsscheibe angelegt werden, es aber noch zu keinem Bremsvorgang, d. h. einer Verminderung der Fahrzeuggeschwindigkeit durch die Bremse kommt.

[0016] Eine andere Möglichkeit besteht darin, das Fahrzeug einzubremsen, d. h. für einen vorgegebenen Zeitraum mit definierter Bremskraft die Bremsbeläge an die Bremsscheibe anzulegen, wobei dieses auch in Abhängigkeit der Relativgeschwindigkeit Fahrerfuß/Bremspedal erfolgen kann. Die Bremskraft kann dabei sehr gering sein, z. B. werden 5 bis 20 Bar Bremsdruck aufgebracht. In diesem Druckbereich wird in der Regel noch keine ABS-Regelung nötig. Alternativ oder zusätzlich kann gemäß der Erfindung auch das Motorbremsmoment durch einen entsprechenden Eingriff in das Motormanagement erhöht werden.

[0017] Es ist nach der Erfindung vorgesehen, die drei genannten Maßnahmen (Betrachtung der Gaspedalstellung, der Relativbewegung des Fahrerfußes vom Gaspedal weg und des Verkehrsszenarios um das Fahrzeug) zu kombinieren.

[0018] Vorzugsweise aber wird ein Gefahrenpotential (Grad für den Verdacht einer Notbremssituation) nach Maßgabe der Rückwärtsbewegung des Fahrerfußes von einem Gaspedal des Fahrzeugs weg, des erfaßten Verkehrsszenario um das Fahrzeug herum und einer Betätigung des Bremspedals (z. B. entsprechend bekannter Bremsassistenten-Funktionen) ermittelt.

[0019] Dabei ist es vorgesehen, daß jeweils ein Gefahrenpotential für die Rückwärtsbewegung des Fahrerfußes von dem Gaspedal des Fahrzeugs weg, ein Gefahrenpotential für das erfaßte Verkehrsszenario um das Fahrzeug herum und ein Gefahrenpotential für die Betätigung des Bremspedals durch den Fahrer einzeln ermittelt wird. Nach Maßgabe der einzelnen Gefahrenpotentiale wird dann in einer entsprechenden Logik ein Gesamtgefahrenpotential (Gesamtgrad für den Verdacht einer Notbremssituation) festgestellt. Durch diese Maßnahmen wird eine große Aussagesicherheit erreicht. Es werden weniger Fehlauflösungen als bei den bekannten Systemen erzielt, wobei gleich früh oder früher ein volles Einbremsen als bei den bekannten Systemen mit Bremsassistenten-Funktion ermöglicht wird.

[0020] Die Kombination der Gefahrenpotentiale aus den drei oben genannten Betrachtungen der Rückwärtsbewegung, des Verkehrsszenario und der Bremspedalbetätigung bzw. den entsprechenden drei Systemkomponenten eines Bremsenregelungssystems kann dadurch erfolgen, daß aus der Pedalbewegungs- oder Fußbewegungsanalyse ein oder mehrere Gefahrenpotential gebildet werden und diese mit der oder den Gefahrenpotential(en) aus dem erfaßten Verkehrsszenario (vor dem Fahrzeug, neben oder hinter dem Fahrzeug) mittels Addition oder Maximalwertbildung oder aber Fuzzy-Logik, neuronalen Netzen, über Wenn-Dann Beziehungen oder über Entscheidungsmatrizen verbunden werden.

[0021] In Abhängigkeit vom Gefahrenpotential oder Gesamtgefahrenpotential kann das Bremssystem vorkonditioniert werden. Das Bremssystem wird im Hinblick auf eine nachfolgende Bremsdruckanforderung des Fahrers und/oder eines Bremsdruckregelungssystems so eingestellt, damit ein nachfolgendes, rasches Abbremsen des Fahrzeugs ermöglicht wird. Dazu ist es vorgesehen, die Bremssystemverstärkung zu ändern und unabhängig vom Fahrer die Radbremsen des Fahrzeugs mit einer zusätzlichen, geeigneten Bremskraft zu beaufschlagen. Da durch die erfindungsgemäße Kombination eine wesentlich höhere Entscheidungssicherheit erreicht werden kann, können die genannten Maßnahmen zeitlich relativ früh und in der Auswirkung relativ stark eingesteuert werden. So kann z. B. bei einer starken Verzö-

gerung des vorausfahrenden Fahrzeugs und einer schnellen Gaspedalbewegung oder schnellen Relativbewegung Gaspedal/Fuß schon ein hoher Verzögerungsoffset (Offset), vorzugsweise ca. 0,1 bis 0,3 g, in der Bremse eingesteuert werden und die volle Verstärkung zur Verfügung gestellt werden, so daß bei Berührung des Bremspedals durch den Fahrerfuß eine Vollbremsung ausgelöst wird. Hierzu sollte eine geregelte Bremsanlage (ABS) vorhanden sein, damit ein stabiles Bremsverhalten auch unter schwierigen Bedingungen hinsichtlich der Fahrbahnbeschaffenheit erzielt werden kann.

[0022] Die Erfindung findet bevorzugte Anwendung bei aktiven, fremdeingriffsfähigen Bremssystemen. Aktive, fremdeingriffsfähige Bremssysteme sind insbesondere elektrohydraulische Bremsen (EHB, Bremssystem mit hydraulischen Radbremsen, die mit Bremsdruck aus einer Fremdenergiequelle beaufschlagbar sind, wobei das Bremspedal von der Fremdenergiequelle im Normalbremsfall hydraulisch entkoppelt ist), optimierte hydraulische Bremsen (OHB, Bremssystem mit hydraulischen Radbremsen, die mit dem Bremspedal im Normalbremsfall hydraulisch verbunden sind, wobei die Bremskraftverstärkung durch hydraulischen Bremskraftverstärker erfolgt) oder elektromechanische Bremsen (EMB, Bremssystem mit elektromechanischen Radbremsen mit einem mechanisch/hydraulisch entkoppelten Bremspedal). Hier kann die Bremssystemverstärkung und ein Bremsdruck- oder Fahrzeugverzögerungsoffset technisch relativ einfach vorbestimmt bzw. verändert werden, so daß der Fahrer einen schnelleren Bremsdruckaufbau erreichen kann. Zumindest kann das Bremssystem in Bereitschaft versetzt werden, d. h. Aktiviert werden bzw. die Bremsen können angelegt werden, zum Beispiel bei der EMB, oder die hydraulischen Radbremsen können vorgefüllt werden (EHB oder OHB). Die Beeinflussung von der Bremssystemverstärkung und dem Offset kann auch in Abhängigkeit der Gaspedalgeschwindigkeit erfolgen.

[0023] Gemäß der Erfindung bleibt der automatische Bremsvorgang im wesentlichen rückwirkungsfrei auf das Bremspedal. Daher kann dieses Verfahren insbesondere für aktive, fremdeingriffsfähige Bremssysteme vorgesehen werden, bei denen der Bremsdruck durch eine Fremdenergiequelle erzeugt oder zumindest verstärkt wird.

[0024] Die Aufgabe wird auch durch eine Vorrichtung zum Bremsen eines Fahrzeugs mit einem Bremsregelungssystem, mit Sensoren zur Erfassen der Bewegung eines Fahrerfußes gelöst, bei der mindestens ein erster Sensor, zum Erfassen einer Rückwärtsbewegung des Fahrerfußes von einem Gaspedal weg und gegebenenfalls mindestens ein zweiter Sensor, zum Erfassen einer Vorwärtsbewegung des Fahrerfußes zu einem Bremspedal hin, vorgesehen ist, der eine Auswerteeinheit zugeordnet ist, zum Auswerten der Signale des ersten und gegebenenfalls zweiten Sensors und zum Erkennen einer Notbremssituation oder eines Verdachts einer Notbremssituation, welche Auswerteeinheit in Verbindung steht mit einer Bremsbeeinflussungseinrichtung, zur Konditionierung der Bremsanlage oder Bremsdruckerhöhung bei einer erkannten Notbremssituation oder eines Verdachts einer Notbremssituation.

[0025] Als Sensor kann im Grundsatz jede Einrichtung verwendet werden, womit die Bewegung des Fahrerfußes oberhalb des Gaspedals überwacht und vermessen werden kann. Bei dem Sensor kann es sich um einen Infrarotsensor handeln, welcher mit Hilfe eines Infrarotstrahls den Fußabstand vom Sensor vermisst. Erfindungsgemäß wird als Sensor ein Nahbereichs-Abstandssensor, insbesondere ein kapazitiver Abstandssensor eingesetzt, der vorzugsweise an dem Gas- bzw. Bremspedal angeordnet ist. Bei dem kapazi-

tiven Sensor werden die sich durch die Bewegung des Fahrerfußes ergebenden Feldänderungen (abweichender Feldwiderstand des Fußes) festgestellt. Eine andere Möglichkeit kann darin bestehen, mit Hilfe von Hall-Sonden zumindest den Abstand zu dem Pedal zu vermessen. Ebenso können optische Sensoren oder Ultraschallsensoren eingesetzt werden.

[0026] Erfindungsgemäß wird ferner ein Gaspedal eines Fahrzeugs bereitgestellt, das einen Abstandssensor aufweist, zur Sensierung des Abstands des Fahrerfußes vom Gaspedal. Eine besonders einfache Anordnung für den Sensor an dem Gaspedal ergibt sich dadurch, daß der Sensor selbst durch das Gaspedal geschützt wird oder aber den Raum oberhalb des Gaspedals durch eine Durchgangsöffnung des Gaspedals überwacht, durch welche er die Signale abstrahlt. Will man vermeiden, daß ein einziger Sensor die Bewegung des Fußes überwacht, so kann ein Sensor (Abstandssensor) den Abstand des Fußes vom Gaspedal in der Höhe ermitteln und ein anderer Sensor (Kontaktsensor) das Ablösen des Fußes vom Gaspedal vor der eigentlichen Rückwärtsbewegung feststellen.

[0027] Das erfindungsgemäße Verfahren und die Vorrichtung werden nun anhand von Abbildungen (Fig. 1 bis Fig. 3) beispielhaft näher erläutert.

[0028] Es zeigen:

[0029] Fig. 1 ein Gaspedal mit einem Abstandssensor,

[0030] Fig. 2 eine Auftragung der Geschwindigkeit des Fahrerfußes V in Abhängigkeit von dem Abstand S des Fahrerfußes zum Gaspedal, und

[0031] Fig. 3 eine Ausführungsform des kombinierten Systems mit einer Betrachtung der Gaspedalstellung, der Relativbewegung des Fahrerfußes vom Gaspedal weg und des Verkehrsszenarios um das Fahrzeug.

[0032] In Fig. 1 ist die Innenfläche eines Fahrzeugs im Bodenbereich des Gaspedals gezeigt. Dieses wird durch die Spritzwand 1 begrenzt, welche ortsfest gegenüber dem Fahrzeugchassis ist. An der Spritzwand 1 oder an einem anderen fahrzeugfesten Teil ist über ein Schwenklager 2 ein Gaspedalhebel 3 schwenkbar angeordnet. Der Gaspedalhebel 3 ist mit einem Gaspedal 4 versehen. In dem Gaspedal 4 befindet sich eine Durchgangsöffnung 5, an deren in Fig. 1 linken Ende ein Abstandssensor 6 angeordnet ist. Dieser Sensor 6 kann ein Infrarotsensor, ein Ultraschallsensor, ein optischer Sensor, ein kapazitiver Sensor oder ein anderer geeigneter Sensor sein. Der Sensor 6 strahlt z. B. ein Feld 7 ab, welches stark vereinfacht etwa kugelförmig ist. Der Sensor 6 kann aber auch ein elliptisches Feld abstrahlen. Der Sensor 6 ist mit einer nicht dargestellten Einrichtung versehen, mit der der Abstand S der unteren Schuhfläche 8 des Fußes 9 zum Gaspedal 4 ermittelt werden kann. Durch entsprechende nicht dargestellte Auswertungs- oder Recheneinrichtungen kann auch die Geschwindigkeit und die Beschleunigung des Fußes 9 gegenüber einem Bezugspunkt, bevorzugt die Oberfläche des Gaspedals 4, bestimmt werden. Der Sensor 6 kann hierzu auch an anderer Stelle in dem Bodenraum, beispielsweise an der Spritzwand unterhalb des Gaspedals 4, angeordnet sein. Bevorzugt wird als Sensor 6 ein kapazitiver Sensor eingesetzt. Dabei werden beispielsweise auf der dem Fuß 9 zugewandten Seite des Gaspedals 4 zueinander kapazitiv wirkende Elektroden flächig ausgelegt. Diese Elektroden können zwei größere, im wesentlichen in einer Ebene angeordnete, voneinander beabstandete kapazitive Flächen oder zwei ineinander, beispielsweise spiralförmig, verschachtelt Flächen sein. An den Kondensator wird eine Meßfrequenz angelegt. Durch den sich annähernden Fuß 9 wird aufgrund von dessen gegenüber dem Umfeld abweichender Dielektrizitätskonstante das Feld (Kapazität) verstimmt, so daß die Rückwärtsbewegung des Fußes ge-

messen werden kann. Eine andere Möglichkeit besteht in der Verwendung eines Ultraschallsensors. Die Lage von dessen Membran sollte in etwa mit der dem Fuß zugewandten Begrenzungskante der Durchgangsöffnung 5 abschließen, so daß der Ultraschallwandler in die Durchgangsöffnung eingepaßt ist.

[0033] Nach Maßgabe der erfaßten relativen Fußbewegung vom Gaspedal 1 weg wird ein Gefahrenpotential 4 ermittelt. Dabei erfolgt eine Auswertung und Bewertung der Geschwindigkeit V des Fußes 3 in Relation zum Abstand S des Fußes 9 zum Gaspedal 4 und ggf. wird eine zeitlich begrenzte, z. B. für eine Zeitdauer von 0,5 bis 1 sec, Änderung der Auslösekriterien für einen Bremsassistenten veranlaßt.

[0034] Eine Auftragung der Geschwindigkeit V des Fahrerfußes 9 in Relation zum Abstand S des Fußes 9 zum Gaspedal 4 ist in der Fig. 2 dargestellt. Die Größe des Abstandes von der Abszisse (Weg S) stellt die Geschwindigkeit V dar, wobei die Werte oberhalb der Abszisse die Geschwindigkeit der Rückwärtsbewegung des Fußes 9 vom Gaspedal 4 weg und die Werte unterhalb der Abszisse die Geschwindigkeit der Vorwärtsbewegung des Fußes 9 zum Gaspedal 4 hin bedeuten. Der Weg S bezeichnet so einerseits den Abstand zum Gaspedal 4 und andererseits den Abstand zum Bremspedal. Bei einem Bremsvorgang nimmt der Fahrer zuerst vom Punkt S₀ (kein Abstand vom Pedal 4) seinen Fuß 9 in einer Rückwärtsbewegung vom Pedal 4, wobei sich der Abstand S vergrößert und die Bewegungsgeschwindigkeit V sich zunächst erhöht und sich dann wieder verringert, bis zu einem Punkt S₁, bei dem der Fahrer beginnt, den Abstand seines Fußes 9 zum Bremspedal (in Bewegungsrichtung des Bremspedals) zu verringern.

[0035] Innerhalb eines Erfassungsbereichs EB, das bedeutet der erfaßte Bereich der Rückwärtsbewegung des Fußes 9 vom Gaspedal 4 weg, läßt sich eine typische Panik-Fußbewegung durch die folgende Bewegungsgleichung charakterisieren:

$$V = \sqrt{2 \cdot S \cdot a},$$

wobei a die Fußbeschleunigung darstellt.

[0036] Befindet sich das Wertepaar (S, V) innerhalb eines Aktivitätsfeldes AF, d. h. liegt die berechnete Beschleunigung

$$a = V^2/2S$$

zwischen einer unteren Grenzbeschleunigung f₁ und einer oberen Grenzbeschleunigung f₂, z. B. f_{panik} in Fig. 2, so wird ein Gefahrenpotential, entsprechend einem Grad eines Verdachts einer Notbremssituation, zwischen 0 und 1 berechnet, je nachdem wie nahe a sich an f₁ oder f₂ befindet. Dies kann z. B. mittels Fuzzy-Logik geschehen, welche eine Einteilung von a in "Kein Gefahrenpotential", "wenig Gefahrenpotential" und "viel Gefahrenpotential" vornimmt und mittels Regeln und Bewertung einen einzusteuern den Bremsdruck, ggf. eine Vorfüllung der Radbremsen bis zur Vollbremsung und eine Veränderung der Bremssystemverstärkung (normal bis unendlich, d. h. sofortige Reaktion nach Berührung der Bremse) berechnet. Somit ist es möglich, schon frühzeitig das Bremssystem auf einen Eventualfall hin zu konditionieren, bis hin zur automatischen Vollbremsung im Extremfall. Im Fall einer Normalbremsung liegt die ermittelte Beschleunigung unterhalb der unteren Grenzbeschleunigung f₁ (z. B. f_{normal} in Fig. 2). Ein Hinweis auf eine Notbremssituation ist dann nicht gegeben.

[0037] Anhand der Fig. 3 wird der Prozeß einer Bildung von verschiedenen Gefahrenpotentialen Δ und ein daraus resultierender Eingriff in das Bremssystem des Fahrzeugs

durch eine veränderte Verstärkung B und eine Vorfüllung $F_{\text{vorfüll}}$ verdeutlicht. Ein Gefahrenrechner 15 der Fahrzeugumfeldsensorik, z. B. eines Radars, bildet ein Gefahrenpotential Δ_1 aus dem Abstand d und den abgeleiteten Größen Relativgeschwindigkeit d' bzw. Relativbeschleunigung d'' des Fahrzeugs zu einem Hindernis, insbesondere ein vorausfahrendes oder stehendes Fahrzeug. Bremsst z. B. ein vorausfahrendes Fahrzeug in geringem Abstand zum eigenen Fahrzeug, so ist das Gefahrenpotential Δ_1 groß (gegen 1). Bei freier Fahrt ist es 0. Eine Fußraumüberwachung 16, z. B. durch Analyse der Bewegung des Fahrerfußes 9 vom Gaspedal 4 weg, gegeben durch den Abstand S und die relative Fußgeschwindigkeit V bzw. -beschleunigung a und Pedalgeschwindigkeit P bzw. -beschleunigung P' des Gaspedals 4, ermittelt ein weiteres Gefahrenpotential Δ_2 . Bewegt sich der Fuß 9 schnell vom Gaspedal 4 weg, so ist das Gefahrenpotential Δ_2 hoch (gegen 1). Als zusätzliches Kriterium kann darüber hinaus die Zeitspanne T zwischen dem schnellen Lösen des Gaspedals und dem Erreichen des Bremspedals (Zeit für die Umsetzbewegung) berücksichtigt werden. Auch eine relative Fußgeschwindigkeit U bezogen auf das Bremspedal, gegeben durch einen Abstand S, die relative Fußgeschwindigkeit U bzw. -beschleunigung U' könnte in die Betrachtung einbezogen werden (nicht in Fig. 3 dargestellt). Ferner analysiert der "klassische" Bremsassistent 17 in bekannter Weise die Bewegung des Bremspedals (Pedalgeschwindigkeit X bzw. -beschleunigung X') und generiert zusammen mit z. B. der Fahrgeschwindigkeit des eigenen Fahrzeugs ebenfalls ein Gefahrenpotential Δ_3 . [0038] In einer weiteren Einheit 18 werden diese verschiedenen Gefahrenpotentiale nach situativer Relevanz gewichtet, koordiniert (z. B. zeitlich) und in einen Bremsceingriff umgesetzt. Diese Umsetzung geschieht in einer Veränderung der Bremssystemverstärkung B und einem Bremskraftoffset $F_{\text{vorfüll}}$. In einer Anwendung auf das EHB ist in der Fig. 3 die Veränderung der Verstärkung B in der Abb. 19 (EHB-Pedalkennlinie/Verstärkerkennlinie: Kraft-Weg-Diagramm) durch einen Pfeil angedeutet, der eine Verschiebung der Kurve in Richtung größerer Verstärkung dargestellt. Die veränderte Verstärkung B und der Bremskraftoffset $F_{\text{vorfüll}}$ wird überlagert (Punkt 20) und beeinflussen das elektronische Bremsregelungssystem 21 im Sinne eines möglichst frühzeitigen, situationsgerechten Aufbaus eines relativ hohen Bremsdrucks. Die Regelung des Bremsdrucks in den einzelnen Radbremsen erfolgt dann nach den bekannten Verfahren elektronischer Bremsregelungssysteme, welche z. B. die Bremskraftverteilung zwischen Vorderachse und Hinterachse regeln. Bei einer erkannten Notbremssituation kann auch ein ggf. vorhandenes ESP-System beeinflusst werden und/oder es kann ein aktiver Eingriff in das Motormanagement erfolgen. Darüber hinaus sind weitere Aktionen im Hinblick auf einen eventuell bevorstehenden Zusammenstoß mit einem anderen Fahrzeug oder Hindernis oder ein aktiver Eingriff in die Fahrzeuglenkung denkbar. Für den Fahrer kann auch eine Rückmeldung über eine kritische Situation in Form wahrnehmbarer Signale oder Reize erfolgen, z. B. in Form einer Veränderung des Fahrzeugverhaltens, wie ein ruckartiges Abbremsen des Fahrzeugs durch ein rasches Beaufschlagen der Radbremsen mit einem relativ großen Bremsdruck.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Erkennen einer Notbremssituation oder eines Verdachts einer Notbremssituation eines Fahrzeugs, bei dem die Bewegung eines Fahrerfußes ausgewertet wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Rückwärtsbewegung des Fahrerfußes von einem Gas-

pedal des Fahrzeugs weg erfaßt wird und als ein Kriterium zum Erkennen einer Notbremssituation oder eines Verdachts einer Notbremssituation ausgewertet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich eine Vorwärtsbewegung des Fahrerfußes zu einem Bremspedal des Fahrzeugs hin erfaßt wird und als ein Kriterium zum Erkennen einer Notbremssituation oder eines Verdachts einer Notbremssituation ausgewertet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Geschwindigkeit und/oder Beschleunigung der Fahrerfußbewegung erfaßt und ausgewertet wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß zum Erfassen der Rückwärtsbewegung und/oder der Vorwärtsbewegung des Fahrerfußes der Abstand zwischen Fahrerfuß und der Gaspedaloberfläche und/oder der Bremspedaloberfläche ermittelt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß ein Verdacht einer Notbremssituation dann als erkannt gilt, wenn für die Rückwärtsbewegung des Fahrerfußes von dem Gaspedal weg eine Geschwindigkeit erfaßt wurde, die größer ist als ein vorgegebener Geschwindigkeits-Grenzwert und/oder eine Beschleunigung erfaßt wurde, die größer ist als ein vorgegebener Beschleunigungs-Grenzwert.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Geschwindigkeit einer Änderung der Gaspedalstellung oder davon abgeleiteter Größen erfaßt wird und als ein zusätzliches Kriterium zum Erkennen einer Notbremssituation oder eines Verdachts einer Notbremssituation ausgewertet wird.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Verkehrsszenario um das Fahrzeug herum erfaßt und als ein zusätzliches Kriterium zum Erkennen einer Notbremssituation oder eines Verdachts einer Notbremssituation ausgewertet wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Erkennen einer Notbremssituation oder eines Verdachts einer Notbremssituation Auslösekriterien für die Bremsassistent-Funktion verändert werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß nach Maßgabe der Rückwärtsbewegung des Fahrerfußes von einem Gaspedal des Fahrzeugs weg, des erfaßten Verkehrsszenario um das Fahrzeug herum und einer Betätigung des Bremspedals durch den Fahrer ein Gefahrenpotential ermittelt wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils für die Rückwärtsbewegung des Fahrerfußes von dem Gaspedal des Fahrzeugs weg, für das erfaßte Verkehrsszenario um das Fahrzeug herum und für die Betätigung des Bremspedals durch den Fahrer ein Gefahrenpotential einzeln ermittelt wird und nach Maßgabe der einzeln ermittelten Werte ein Gesamtgefahrenpotential ermittelt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß in Abhängigkeit vom Gefahrenpotential oder Gesamtgefahrenpotential das Bremssystem vorkonditioniert wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß zur Vorkonditionierung des Bremssystems eine Änderung der Bremssystemverstärkung und eine unabhängig vom Fahrer zusätzlich aufgebrachte Bremskraft vorgesehen ist.

13. Vorrichtung zum Bremsen eines Fahrzeugs mit einem Bremsregelungssystem, mit Sensoren zur Erfassen der Bewegung eines Fahrerfußes, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein erster Sensor, zum Erfassen einer Rückwärtsbewegung des Fahrerfußes von einem Gaspedal weg vorgesehen ist, daß dem Bremsregelungssystem eine Auswerteeinheit zugeordnet ist, zum Auswerten der Signale des ersten Sensors und zum Erkennen einer Notbremssituation oder eines Verdachts einer Notbremssituation, welche Auswerteeinheit in Verbindung steht mit einer Bremsbeeinflussungseinrichtung, zur Konditionierung der Bremsanlage oder Bremsdruckerhöhung bei einer erkannten Notbremssituation oder eines Verdachts einer Notbremssituation.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein zweiter Sensor, zum Erfassen einer Vorwärtsbewegung des Fahrerfußes zu einem Bremspedal des Fahrzeugs hin und/oder mindestens ein dritter Sensor, zum Erfassen des Verkehrsszenarios um das Fahrzeug herum, vorgesehen ist, dessen Signale der Auswerteeinheit zuführbar sind.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteeinheit Mittel aufweist, zur Gewichtung und Koordinierung der verschiedenen Sensorsignale oder daraus berechneter oder abgeleiteter Gefahrenpotentiale nach deren situativer Relevanz.

16. Gaspedal eines Fahrzeugs, insbesondere eines Fahrzeugs mit einer Bremsvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Gaspedal einen Abstandssensor aufweist, zur Sensierung des Abstands des Fahrerfußes vom Gaspedal.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

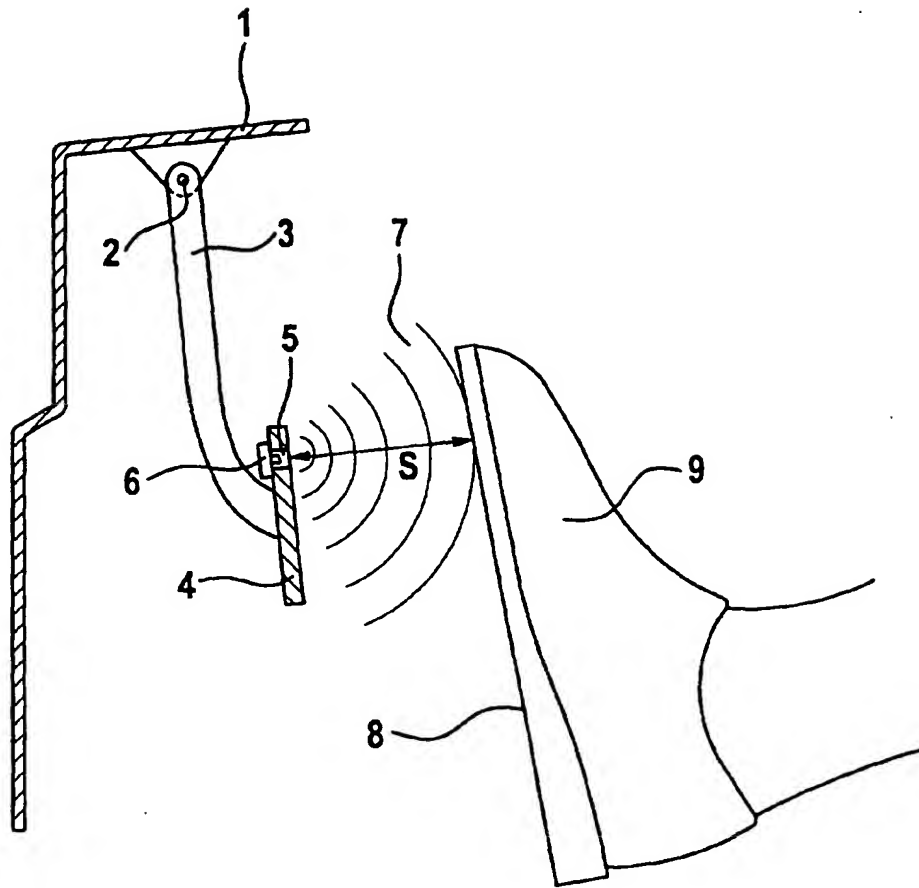


Fig.1

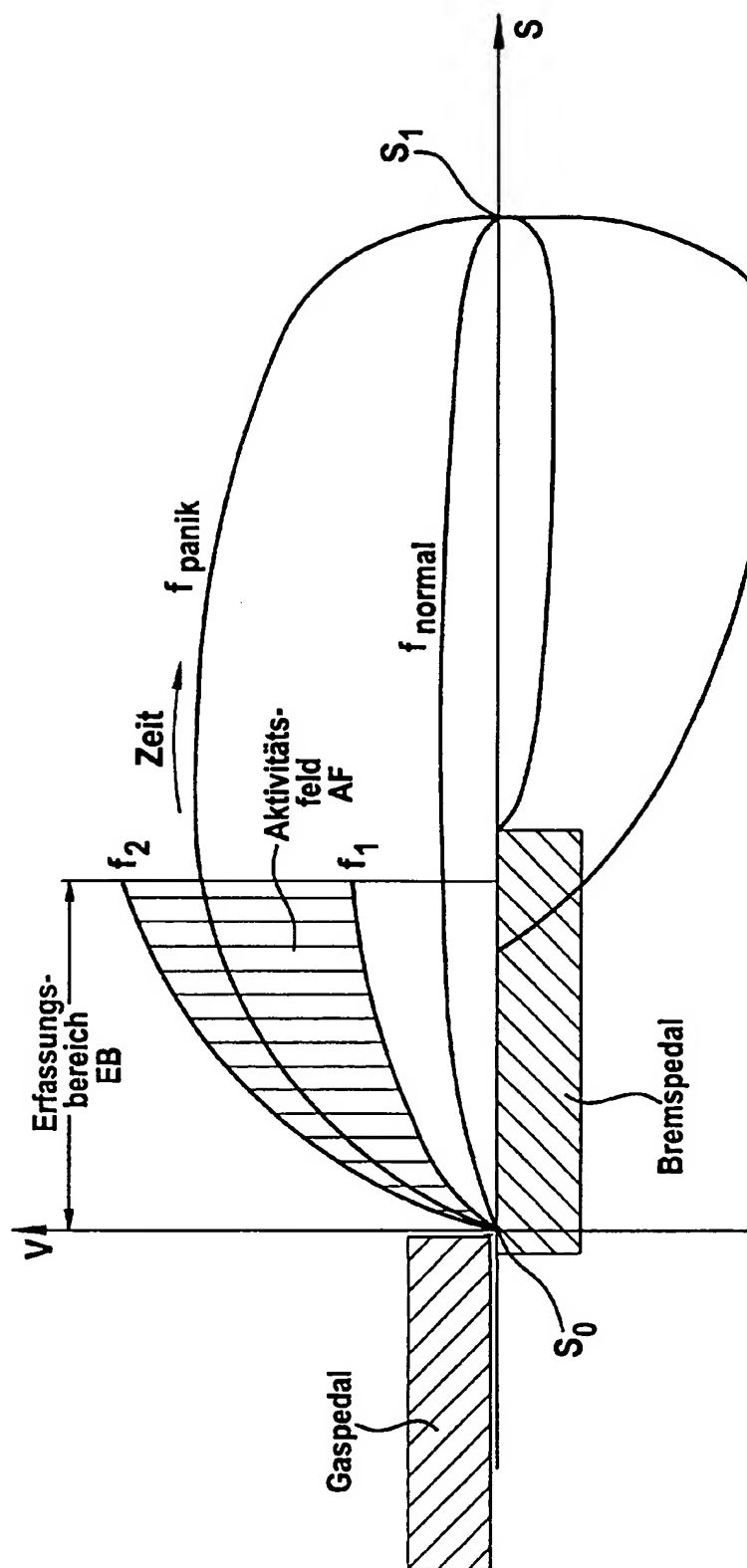


Fig. 2

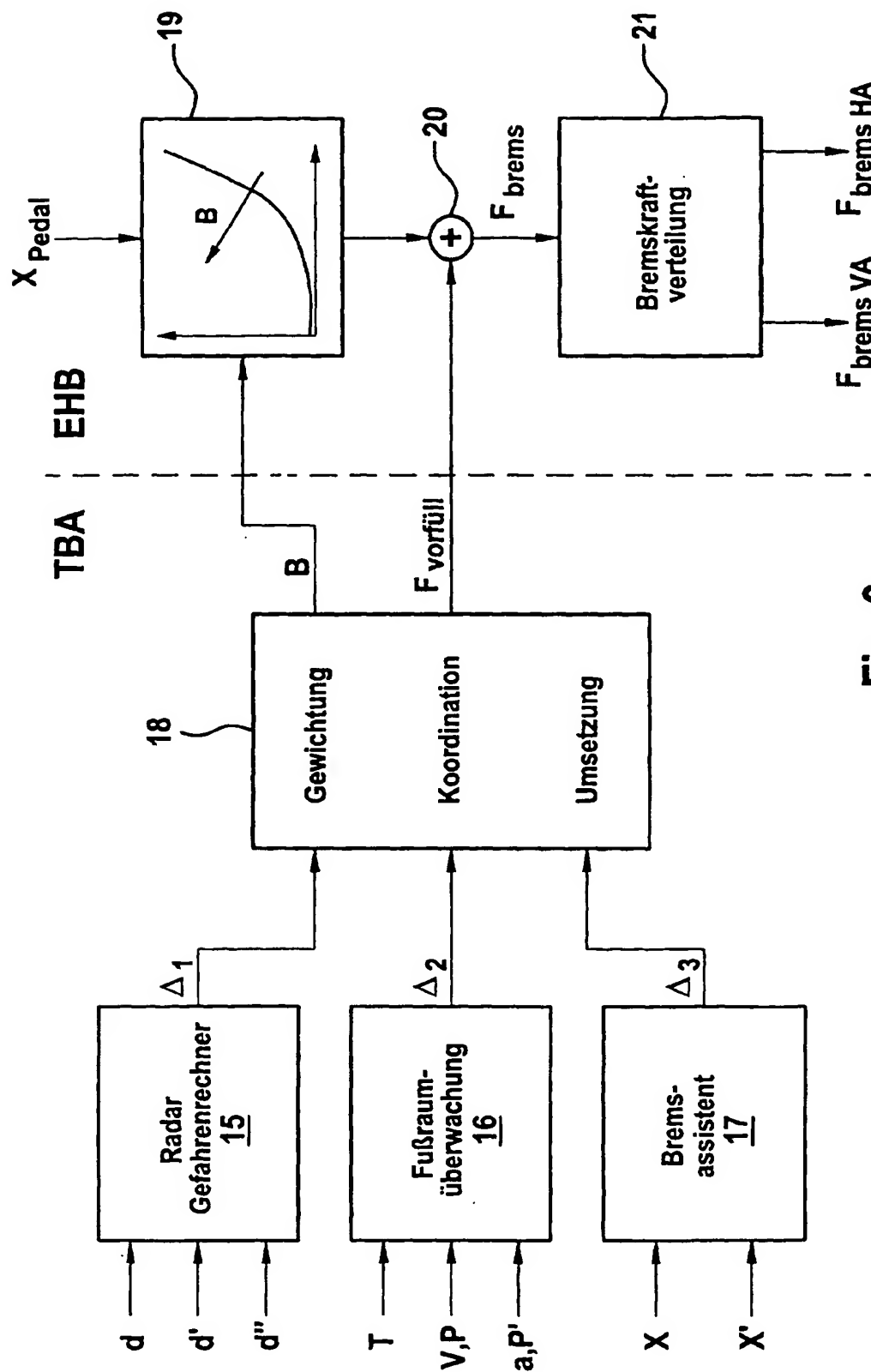


Fig. 3